

La información en geografía humana. Algunos problemas de su tratamiento con un sistema de información geográfica (SIG)

Joaquín BOSQUE SENDRA, María Ángeles DÍAZ MUÑOZ,
Francisco Javier ESCOBAR MARTÍNEZ y María Jesús SALADO GARCÍA ¹

1. INTRODUCCIÓN

Los SIG han demostrado su gran capacidad de tratamiento de la información y su validez en múltiples ocasiones. Por su misma naturaleza, esta herramienta ha sido hasta ahora aplicada a cuestiones en las que priman distribuciones y relaciones espaciales de uno o varios fenómenos. Sin embargo, la información en Geografía Humana puede, en ocasiones, ser de naturaleza que difícilmente se presta a ser tratada por un Sistema de Información Geográfica.

En estas páginas planteamos dos problemas relacionados con el uso del SIG en el manejo de la información geográfica: el primero de ellos se refiere a las posibilidades de uso de esta tecnología por parte de los *paradigmas* surgidos en el mundo geográfico a raíz de la reacción anticuantitativista de finales de los años sesenta. Aquí sólo lo enunciaremos, ya que se trata de un problema de profundo carácter teórico y conceptual surgido de posturas científicas posiblemente irreconciliables.

¹ Departamento de Geografía. Universidad de Alcalá de Henares (este trabajo se ha realizado dentro del proyecto de investigación PB90-0976. financiado por la Dirección General de Investigación Científica y Técnica).

El segundo problema que abordaremos se refiere al tratamiento en un SIG de lo que se podría definir como información geográfica *no convencional*. En concreto, exploramos las posibilidades técnicas para incorporar datos perceptuales en esta tecnología e indagamos sobre la potencialidad del lenguaje de la Geografía del Tiempo de Hägerstrand —basado en datos individuales con sus dimensiones espacio-temporales— en un SIG, recogiendo algunos ensayos realizados al respecto.

2. DEFINICIÓN DE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

En los últimos años los Sistemas de Información Geográfica se han convertido en un elemento muy difundido y conocido en la investigación y la práctica profesional de los geógrafos y de otros técnicos y estudiosos del territorio. La causa reside en las grandes posibilidades analíticas y de gestión de la información espacial que este instrumento ofrece. Entre las citadas aplicaciones también se pueden incluir las cuestiones sociales que tengan un reflejo espacial, por ejemplo, la localización óptima de los equipamientos sociales (escuelas, hospitales, oficinas de correos, etc.).

Una cuestión más discutible es si los SIG han ocasionado una revolución conceptual y metodológica en el trabajo de los científicos y profesionales del territorio. En este caso existe mayor diversidad de opiniones. Para tratar este problema debemos empezar por estudiar la definición de SIG y, sobre todo, la información que maneja y los procedimientos que sobre ella se pueden llevar a cabo utilizando este dispositivo.

Un SIG es un conjunto de herramientas informáticas (tanto de tipo físico: procesador electrónico, periféricos, etc., como de carácter lógico: programas de ordenador) especialmente diseñado para manejar una base de datos de información espacial. Un segundo elemento fundamental de un SIG es el personal que utiliza las herramientas informáticas y da sentido a su empleo.

Un SIG es, por lo tanto, un Sistema de Información, y lo más crucial en éstos son los datos que es posible manejar para extraer de ellos información. ¿Qué tipo de datos es posible incluir en un SIG? En principio, y dado su diseño usual, son los datos que tienen una georreferenciación, es decir una posición geográfica definida y que tal hecho sea relevante e importante para proporcionar información sobre alguna cuestión. De este modo, en principio, los datos no espaciales no se incluyen ni se manejan con un SIG. No obstante, esto no quiere decir que no sea posible tenerlos en cuenta para resolver un problema, pero su inclusión en la base de datos de un SIG tropieza con dificultades. Lo que ocurre es que un problema real, y por lo tanto complejo, debe ser estudiado con muchos dispositivos, con varios Sistemas de Información, uno de ellos el SIG, que está especializado en el estudio de datos geográficos.

Una segunda característica de la información espacial tratada con un SIG es la distinción entre observación/soporte (con una concreta posición geográfica) y variables o atributos temáticos definidos sobre dicha observación. Esta distinción exige poder establecer con cierta claridad una separación entre algo material que se encuentra localizado y una serie de propiedades que adornan a ese lugar geográfico. En ocasiones, tal distinción es difícil o, incluso, no es lícito realizarla de acuerdo con las ideas subyacentes a un paradigma o enfoque de estudio; en alguna medida tal circunstancia se produce en la geografía «realista»/estructuralista, en tales casos el empleo de un SIG puede resultar imposible o al menos dificultoso.

3. FUNCIONES DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Partiendo de esta característica de un SIG, su especialización en el manejo de información geográfica, se pueden discutir ahora las funciones más usuales que se han definido hasta el momento.

Siendo los SIG un Sistema de información, la primera función o actividad que se puede realizar con ellos es el almacenamiento de datos (geográficos en este caso) de una manera eficiente y económica, que evite los problemas de redundancias e inconsistencias en la base de datos.

Más importante, y quizás más característico de un SIG, es la función de análisis de los datos geográficos; las posibilidades que ofrece un SIG para combinar los elementos de su base de datos y producir con ellos nueva información. Realmente se ha escrito repetidas veces que esto es lo que más define a un SIG. Por ello, en casi todos los programas informáticos comerciales (ARC/INFO, IDRISI, etc.) se incluye un amplio número de funciones que permiten manipular los datos geográficos; los mejores ejemplos de ello son todas las posibilidades de superposición de mapas, el análisis de redes, etc. A pesar de esa profusión, numerosas voces han señalado la todavía reducida panoplia de instrumentos de análisis disponibles en los SIG más difundidos, y han insistido en la importancia de incluir los métodos de análisis estadístico y de análisis espacial entre las funciones analíticas de los SIG. Ya se están dando pasos en este sentido (por ejemplo, la interrelación entre el programa de análisis estadístico S+ y el SIG, ARC/INFO), y seguramente en el futuro se darán más. Un resultado posible de esta evolución sería que los SIG signifiquen la puesta en práctica real de los numerosos procedimientos y modelos desarrollados por la denominada Geografía cuantitativa, a la que durante mucho tiempo se ha criticado por su complejidad técnica que coincide con una falta de aplicación en los problemas reales.

En conclusión, podemos pensar que en un futuro próximo los SIG proporcionen el acceso a los más diversos y complejos métodos de análisis de

datos espaciales que se han elaborado o se puedan elaborar. Una cuestión relevante en este contexto es la siguiente: ¿Los métodos y técnicas mencionados aportan una verdadera capacidad de explicar los fenómenos geográficos, o únicamente proporcionan la posibilidad de relacionar dos fenómenos sin que sea posible con ello deducir una situación de causa a efecto entre ellos? Esta crítica es la misma que se ha hecho durante años a la Geografía cuantitativa y que, en principio, se podría trasladar en este momento a los SIG. Igualmente, en los SIG, como en la Geografía cuantitativa, predomina una preocupación por los aspectos externos de los hechos geográficos y un cierto olvido de los procesos causales generadores de esas «formas» espaciales detectadas y estudiadas por los SIG. Se podría decir que a la Geografía cuantitativa y a los SIG les falta una teoría social que dé un fundamento más riguroso a sus conclusiones y resultados.

Para mejor entendimiento de las cuestiones planteadas es necesario estudiar más en detalle la información utilizada en el estudio de los problemas sociales, tanto de manera general como en el caso de algunas formas de ella menos convencionales.

4. LA INFORMACIÓN EN GEOGRAFÍA HUMANA Y SU TRATAMIENTO

En cualquier proceso de investigación una de las primeras tareas es la de acotar lo que es la base del trabajo: la información, o, de una manera más restrictiva, los datos. Como hemos visto, cuando se trabaja con SIG el requisito necesario para que la información pueda ser utilizable en tal tecnología consiste en que sea *georreferenciable* y que cumpla las condiciones soporte/atributo. La cuestión reside en plantearse si toda la información geográfica cumple este requisito o, de forma más general, qué es la información geográfica. La idea de que todo dato es geográfico cuando se localiza en el espacio y de que, por tanto, sólo la información espacial es geográfica, se puede encontrar en los más importantes textos que sentaban las bases de la geografía teórica o cuantitativa (Berry, 1964; Haggett, 1965; Bunge, 1966; Harvey, 1969) en los que invariablemente la primera es considerada como sinónimo de la segunda.

Sin embargo, la cuestión de la información geográfica es compleja y ha suscitado muchas dudas, problemas y preguntas al respecto, tanto dentro de la misma geografía cuantitativa como desde paradigmas alternativos a ella. Uno de los más *clásicos* es el de la definición del individuo geográfico y el problema de la unidad espacial modificable —PUEM— (Castro, 1986; Bosque y otros, 1986), al que precisamente los SIG pueden ofrecer nuevas perspectivas (Goodchild, 1991). Otro puede ser la discusión sobre si la Geografía Humana corresponde a un modelo físico de la ciencia (Castro, 1985) en el que sólo entran aspectos visibles, tangibles y, por tanto, medibles de la realidad.

Una última cuestión sobre los datos que nos interesa señalar aquí es la concepción dicotómica de los mismos. En el pensamiento científico occidental se encuentra muy extendido el esquema de oposiciones binarias para conceptualizar y simplificar la complejidad del mundo (Sayer, 1989). Con respecto a los datos, estos dualismos se establecen así:

cuantitativo-cualitativo
objetivo-subjetivo
agregado-individual
espacializable-no espacializable

Sayer nos previene contra estos dualismos horizontales en el sentido de que pueden ser falsos al simplificar excesivamente una realidad siempre compleja, y, sobre todo, contra las asociaciones verticales entre estos conceptos (lo cuantitativo es objetivo, agregado y espacializable, por ejemplo), que pueden llevar a confusión, ya que, por ejemplo, lo subjetivo puede ser agregado y cuantificable o lo individual puede ser objetivo y cuantificable.

Todas estas cuestiones nos plantean problemas distintos. Aquí nos centramos en dos:

- La información no espacial en Geografía: hay fenómenos que no necesariamente tienen una expresión espacial inmediata aunque tengan componentes o consecuencias espaciales *a medio plazo*. Por lo tanto, ahí puede estar una de las limitaciones de los SIG: para algunos paradigmas —la geografía humanista y, sobre todo, los estructuralismos marxista y realista—, los geógrafos estudiamos determinados fenómenos o procesos que, por su naturaleza, son incompatibles con determinados tipos de información y manipulación. En este caso, el problema es epistemológico, en el sentido de que corresponde a distintos concepciones de la ciencia geográfica, y, por tanto, no parece que existan posibilidades de aproximación o solución técnica.
- Datos no convencionales en Geografía: se trata de aquellos datos que se encuentran en la columna izquierda del conjunto de dualismos señalados más arriba (cualitativos, subjetivos, individuales) y, en general, de los que presentan problemas para una medición precisa. En este caso, hay que examinar con cuidado los problemas que presentan para su tratamiento en SIG y, como hemos dicho, evitar asociaciones verticales entre ellos que puedan conducir a confusión. Aunque el problema que plantean estos datos sea, en ciertos casos, de carácter epistemológico, también tienen aspectos técnicos que se pueden intentar resolver para su inclusión en un SIG. Presentamos en el siguiente epígrafe la forma en que se pueden plantear en la práctica investigadora estos problemas y algunos apuntes para su solución en dos tipos de datos no muy habituales en los SIG: los obtenidos de la visión sub-

jetiva de la población sobre el espacio (Geografía de la percepción) y los que combinan posiciones en el espacio y la localización en el tiempo (Geografía del Tiempo).

5. DOS EJEMPLOS DE TRATAMIENTO DE INFORMACIÓN NO CONVENCIONAL CON SIG

Tanto la Geografía de la Percepción como la Geografía del Tiempo de la escuela de Lund utilizan tipos de información que se pueden denominar como no convencional: subjetiva en el primer caso, individual y con referencia espacio-temporal en el segundo. En este epígrafe presentamos, primeramente, un ensayo para resolver técnicamente el manejo de un tipo de información perceptual —las distancias cognitivas— en un SIG. Seguidamente, planteamos los requisitos del modelo espacio-temporal de Hägerstrand en cuanto a la información geográfica y reseñamos algunos ensayos que se han realizado para incorporar la dimensión temporal en un SIG.

a) *Datos subjetivos: la percepción de distancias*

Como quedó reflejado en el primer apartado de este artículo, los SIG como bases de datos georreferenciadas almacenan y manipulan dos tipos genéricos de datos (Bosque, 1992, p. 30; Comas y Ruiz, 1993, p.90-91):

- Los datos espaciales: coordenadas y relaciones topológicas de elementos puntuales, lineales y poligonales.
- Los atributos asociados a los elementos espaciales.

En las bases de datos que habitualmente componen los SIG estos dos tipos de datos proceden de fuentes que bien pudiéramos denominar «objetivas». La razón de aplicar a estos datos semejante adjetivo es sencilla: los datos espaciales proceden de mediciones sobre el terreno o de fuentes cartográficas o de sensores remotos preexistentes. Si bien existen generalizaciones y deformaciones originadas por estas fuentes, ambas alteraciones de la realidad pueden ser medidas y conocidas con exactitud en todos los puntos de la superficie estudiada. Ejemplos de ello son las deformaciones debidas al empleo de un sistema de proyección concreto o a las generalizaciones inherentes al empleo de una escala geográfica determinada.

En cuanto a los atributos, su variedad puede ser casi infinita, así como las fuentes de su procedencia. Su elección, lógicamente, estará basada en los objetivos para los que el SIG haya sido diseñado. Encontraremos en las bases

de datos temáticas de los SIG una serie de atributos que permitirán describir los elementos de la base de datos gráfica. También calificamos de «objetivos» estos datos porque su origen lo encontramos en fuentes cuyo margen de error es estadísticamente conocido y no están basados en estimaciones personales o subjetivas.

Hasta aquí hemos hecho referencia a lo que habitualmente encontramos en un SIG, teniendo en cuenta que éstos han sido empleados mayoritariamente para un tipo de estudios geográficos ceñidos al estudio de la realidad «objetivable».

Ahora bien, de todos es sabido que los estudios geográficos incorporaron a partir de los años sesenta los planteamientos de la llamada Geografía de la Percepción; planteamientos que «irrumpieron en el mismo seno de la Geografía Cuantitativa» (Capel, 1981, p. 425) de la época precedente y que no rompieron con la tendencia a la agregación y manipulación estadística de datos pero sí incorporaron la visión subjetiva que las personas tienen de su medio para la explicación de los hechos geográficos en él desarrollados.

Los SIG han sido calificados como una herramienta esencial para poder manipular con eficacia la información geográfica (Comas y Ruiz, 1993, p. 3), para el estudio de acontecimientos desarrollados en un espacio. Surgieron, al igual que los planteamientos de la Geografía de la Percepción, en la década de los años sesenta y, sin embargo, los seguidores de esta corriente no han hecho uso, hasta el momento, de esta herramienta, los SIG, tan innovadora. Las razones para explicar este hecho habría que buscarlas en las dificultades que de por sí presentan los datos subjetivos para su obtención y tratamiento.

En los estudios llevados a cabo en el marco de la Geografía de la Percepción los que hacen referencia a distancias percibidas han cobrado un gran protagonismo como así lo demuestran la gran profusión de publicaciones existentes en este campo (Brigg, 1972; Cauvin, 1984a; Bosque y Salado, 1993, etc.). Se ha convertido en una de las líneas más fructíferas de investigación por sus importantes implicaciones en fenómenos ya clásicos estudiados por los geógrafos como son la accesibilidad, la distribución de recursos, el funcionamiento de las redes de transporte, etc.

Estos temas están siendo investigados y tratados empleando los SIG como una de las herramientas básicas de trabajo (Gutiérrez, 1992); sin embargo no incluyen en sus planteamientos la información relativa a las distancias percibidas que según los seguidores de la corriente de Geografía de la Percepción rigen estos fenómenos.

Ya en el año 1992 se planteó la posibilidad de incluir información perceptual en un SIG (Bosque *et al.*, 1992b) y quedó esbozado someramente un procedimiento que podría seguirse para conseguirlo. En el presente trabajo presentamos, de una forma más desarrollada, el proceso a seguir.

El problema que surge al intentar incluir en un SIG información relativa a distancias percibidas presenta tres etapas básicas:

- 1.^a Obtención de la información subjetiva relativa a las distancias.
- 2.^a Codificación de esta información.
- 3.^a Incorporación en un SIG.

En cuanto a las dos primeras etapas, existe abundante bibliografía abordando y ofreciendo soluciones al tema (Cauvin, 1984a), y con respecto a la tercera, es lo que en este apartado pretendemos solventar.

La primera cuestión a decidir es si las distancias percibidas obtenidas y codificadas en las dos primeras etapas deben ser incluidas en un SIG como información gráfica o temática; es decir, el espacio deformado resultante de la percepción debe ser digitalizado e incluido en la base de datos como un conjunto de elementos espaciales o bien debe ser añadido a la base de datos temática de esos mismos elementos espaciales, digitalizados según su configuración real, como un atributo temático más.

En nuestro caso hemos elegido la segunda opción porque permite trabajar simultánea o alternativamente con los dos tipos de distancia: real y percibida, ya que ambas se incluyen en sendas variables de la base de datos temática asociada a un conjunto gráfico de líneas. El proceso seguido para la inclusión de las distancias percibidas en un SIG es el siguiente:

Con las distancias percibidas que separan a una serie de n puntos bien conocidos por la población inmersos en un espacio urbano o regional, se crea una base de datos en forma de matriz donde tanto en las filas como en las columnas se incluyen los puntos y en las casillas se incluyen las medias de las distancias que les separan estimadas por un conjunto de la población.

Tabla 1
MATRIZ DE DISTANCIAS PERCIBIDAS ENTRE n PUNTOS

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	—	Punto n
Punto 1	0	25	30	—	28
Punto 2	25	0	38	—	40
Punto 3	30	38	0	—	27
—	—	—	—	0	—
Punto n	28	40	27	—	0

Con los datos dispuestos de esta forma se aplica un análisis estadístico de escalonamiento multidimensional (MDS), desarrollado por Kruskal (1964), cuyos resultados ofrecen las coordenadas de los n puntos en función del espacio subjetivo generado a partir de las estimaciones de distancias (Bosque et al., 1992).

Al disponer de dos conjuntos de puntos homólogos: uno según sus coordenadas reales y otro según sus coordenadas percibidas, puede aplicarse un análisis de regresión bidimensional (Tobler, 1977; Cauvin, 1984; Escobar, 1991) que permite extender al conjunto de la red de aristas de la zona estudiada (calles en el caso de una ciudad o carreteras en el caso de una región) los valores de distancia percibida basados en la localización percibida de los n puntos.

Puesto que el programa que realiza el análisis de regresión bidimensional ofrece, como uno de sus resultados, el gráfico correspondiente al espacio deformado en función de la extrapolación de las coordenadas de los puntos según su localización percibida, los valores de distancia asociados a ese espacio deformado pueden ser listados e incluidos, como un atributo más, en la base de datos temática del SIG donde ese conjunto ha sido digitalizado, ya que los elementos siguen siendo los mismos y contienen por tanto un mismo identificador, tanto en el SIG como en el programa DARCY donde se realizó la regresión bidimensional.

b) Datos individuales y perspectiva espacio-temporal:
las aportaciones de la Geografía del Tiempo

La Geografía del Tiempo es otro paradigma al que en contadas ocasiones se ha tratado de vincular con la tecnología SIG. El fundamento básico de este enfoque, surgido en la Escuela de Lund (Suecia) en los años setenta, es el hecho de trabajar siempre con *datos individuales* referidos a su *contexto espacio-temporal*. Conforme a ello ha desarrollado un lenguaje gráfico sumamente expresivo, de potencialidades tanto descriptivas como deductivas, aplicado a un gran número de campos geográficos. El intentar incorporar estas aportaciones a un SIG plantea varias dificultades.

a) La Geografía del Tiempo considera irrenunciable mantener la identidad, indivisibilidad y referencia locacional de los individuos estudiados. Las características personales que definen el lugar de ese individuo en la sociedad (sexo, edad, lugar de residencia, nivel socioeconómico y cultural, etc.) han de ser consideradas conjuntamente, dado que es de esta forma como interactúan con el espacio físico. Respecto al tratamiento de datos individuales, existen ya algunas referencias en la literatura SIG. Martin (1991) sugiere la codificación de los objetos geográficos individuales en forma de puntos; se evitarían así las posibles deformaciones de los datos por agrupaciones espaciales inadecuadas (problema reiteradamente mencionado de la unidad espacial modificable). Por su parte, Moreno (1991,1992) incorpora, junto a datos perceptuales en la localización de equipamientos polémicos, un nuevo instrumento de representación de densidades en unidades espaciales no discretas, los estimadores Kernel. Es muy posible, pues, que en el futuro el nú-

mero de estudios que se desarrollen a este nivel crezca considerablemente, una vez se supere satisfactoriamente el tema del gran volumen de datos generado en cada uno de ellos. Si éste se mantiene dentro de unos límites y dada la evolución de los sistemas informáticos no parece que ello suponga a corto o medio plazo un problema excesivo.

Mayor dificultad reside, a nuestro juicio, en la consideración y manejo simultáneo de ese conjunto de variables personales que hasta ahora habían servido, una a una, para agregar a los individuos en grupos homogéneos. Los SIG, herederos en gran medida de los planteamientos cuantitativos (Martin, 1991), necesitarán una renovación profunda, la formulación de nuevas herramientas, de nuevos procedimientos para tratar de este modo la información individual.

b) Otra de las aportaciones fundamentales de esta Escuela es la introducción de la perspectiva espacio-temporal. Los fenómenos geográficos se sitúan no sólo en un espacio concreto, sino también a lo largo de un flujo temporal continuo que discurre, inexorablemente, hacia adelante. La incorporación de esta dimensión temporal es otro de los grandes retos que los SIG deben afrontar para acercarse a los planteamientos de Hägerstrand.

Como señalan Palacios Morera (1994) o Sancho y otros (1993), se han dado ya algunas soluciones para representar y manejar en un SIG esta dimensión temporal. Cada una de ellas se basa en una conceptualización diferente del tiempo (ver Langran, 1992, pp. 37 y ss.).

b.1) *Secuencia de mapas*. La evolución de un fenómeno se explicita mediante la representación de situaciones sucesivas separadas por un lapso de tiempo determinado. La comparación exhaustiva de unos «estados» y otros determinará la variación habida entre las distintas fechas. Se le apunta una notable deficiencia: la falta de una verdadera topología temporal. Langran (1992) compara esta solución con los primitivos *spaguetti* de la estructura vectorial. Esta solución puede presentarse mediante series de mapas convencionales o, de manera más compleja, como animaciones visuales mediante ordenador (Palacios Morera).

b.2) *Mapa inicial con modificaciones*: en este caso se opta por representar los cambios ocurridos sobre un mapa base inicial. Lo que se hace explícito, entonces, son los eventos o cambios que producen una nueva versión del objeto (Langran, 1992). De este modo, sí puede reconocerse una especie de estructura topológica temporal. Tiene además la ventaja de reducir considerablemente el volumen de información almacenado.

b.3) *La composición espacio-temporal* permite recorrer la «historia» de cada uno de los elementos que integran el mapa. La codificación del proceso evolutivo de un fenómeno representable por polígonos se llevaría a cabo mediante superposiciones topológicas sucesivas sobre un mapa base inicial con los cambios habidos en t_1 , t_2 , etc. Los elementos así incorporados habrían de poseer sus atributos primitivos más los producidos en cada nuevo cambio de

estado. Quedan explícitos en la composición gráfica final tanto los elementos que han permanecido invariables como los que han ido cambiando en las distintas etapas del proceso evolutivo. Tal como lo hace Langran (1992) es necesario señalar como gran inconveniente de esta solución el hecho de que la lectura de estas composiciones va haciéndose progresivamente más difícil conforme se incluyen nuevos momentos del proceso evolutivo: en cada actualización aparecen más categorías, localizadas además sobre espacios cada vez más pequeños.

Es, quizá, esta última solución la que podría adaptarse mejor a la concepción espacio-temporal de Hägerstrand, dado que en ella se representan tanto los estados (elementos invariables a través del proceso o entre fechas determinadas del mismo) y los eventos (variaciones de extensión o de atributo). Queda aún lejos, sin embargo, de la elocuencia del lenguaje gráfico ideado por los geógrafos de Lund (ver, por ejemplo, Díaz Muñoz, 1991), la representación explícita del carácter continuo y limitador del tiempo, la consideración de los individuos en su identidad e indivisibilidad y del contexto que se hallan embebidos... Como se reconoce en Sancho y otros, (1993) existen grandes dificultades en transmitir con total fidelidad estos planteamientos a una representación digital.

Desde el mundo de los SIG se han hecho aproximaciones parciales a conceptos concretos de la Geografía del Tiempo. Entre estos ensayos destacamos el de Miller (1991), que adapta el concepto de «prisma de actividad potencial», para integrarlo en un estudio de accesibilidad sobre redes en ARC/INFO. Como resultado del análisis espera encontrar los puntos de la red accesibles y los tramos lineales sobre los que es posible desplazarse, dadas unas restricciones de espacio, tiempo y velocidad. Shalaby (1991), por su parte, expone cómo los SIG pueden contribuir al análisis en tres planos (espacial, social y temporal) de las pautas de comportamiento espacial de los individuos. Con ello se pretende ofrecer orientaciones que permitan mejorar la calidad ambiental. En Bosque y otros (1992) se sugiere, asimismo, la implementación del modelo de simulación espacio-temporal PESASP en un SIG como posible mejora de su capacidad de gestión.

6. CONCLUSIONES

El SIG es un soporte y una forma de análisis de la información cuyas posibilidades y limitaciones están todavía siendo exploradas. Aquí hemos señalado dos tipos de problemas en su uso, uno de naturaleza teórica y otro de carácter técnico.

1.^a En cuanto a la primera cuestión, se debe reconocer que el concepto de dato geográfico de los SIG (observación/soporte) es posiblemente sólo

aplicable a la concepción teórico-cuantitativa del objeto de estudio. El estructuralismo realista, por ejemplo, considera que hay información que no es visible y, por tanto, no *espacializable* ni medible. Esa información no espacial es para el realismo la más importante, porque es la que proporciona la explicación a los fenómenos observables. El SIG, por tanto, es para este planteamiento sólo utilizable en la descripción de esos fenómenos. Por ello, en cuanto al modelo de ciencia, posiblemente los SIG deben permanecer en el ámbito de la Geografía cuantitativa.

2.^a Con respecto al problema técnico, hay que analizar con mucho cuidado el tipo de información que se maneja en Geografía Humana. Hay algunos datos *no convencionales* que pueden ser incorporados a los SIG, pero se debe estudiar la forma de hacerlo sin que su manipulación desnaturalice a esa información.

3.^a Los SIG no han sido muy utilizados hasta el momento por los seguidores de la Geografía de la Percepción, pero pueden ser para sus estudios también una herramienta muy útil. La inclusión de distancias percibidas en un SIG, si bien presenta ciertas dificultades, es perfectamente posible y no reviste más crítica que la que los SIG pueden recibir en otros sentidos o la que los mismos supuestos de la Geografía de la Percepción ha recibido en ciertos ámbitos.

4.^a Hemos visto cómo para una completa implementación de los planteamientos de la Geografía del Tiempo en un SIG quedan aún muchos problemas, tanto técnicos como conceptuales, por resolver, incluido el de la conveniencia de intentar traducir de manera global sus asunciones básicas al lenguaje de estos sistemas. No cabe duda, sin embargo, de que esta manera de hacer Geografía, ajena hasta ahora al mundo SIG, aporta nuevos horizontes y alienta un siempre saludable talante crítico frente al imperio de lo digital.

En conclusión, hay que evitar el peligro de reducir la información utilizada en una investigación a sólo aquella que pueda ser manejable por medio de los SIG, lo que conduciría a una simplificación y a un empobrecimiento de nuestros resultados, a olvidar que el mundo no es tan fácilmente cartografiable como parece (Gould, 1981).

BIBLIOGRAFÍA

- BERRY, B. J. L. (1964): «Approach to regional analysis: a syntesis», *Annals of the Association of American Geographers*, 54, pp. 2-11 (traducido al castellano en M. D. García Ramón, 1985, *Teoría y método en la geografía humana anglosajona*, Barcelona, Ariel).
- BOSQUE SENDRA, J. (1992): *Sistemas de Información Geográfica*, Madrid, Rialp, 451 pp.

- BOSQUE SENDRA, J.; CASTRO, C.; DÍAZ MUÑOZ, M. A., y ESCOBAR MARTÍNEZ, F. J. (1992): *Prácticas de Geografía de la Percepción y de la Actividad Cotidiana*, Barcelona, Ed. Oikos-Tau, 138 pp.
- BOSQUE SENDRA, J.; CHICHARRO FERNÁNDEZ, E.; DÍAZ MUÑOZ, M. A.; ESCOBAR MARTÍNEZ, F. J., y GALVE MARTÍN, A. (1992a): «Constraints and possibilities in using GIS to the analysis on provision and allocation of social services», *Third European Conference and Exhibition on GIS*, EGIS Foundation, Utrech, pp. 998-1007.
- (1992b): «Datos perceptuales e individuales y el empleo de un SIG en el estudio de problemas sociales. Su aplicación en la localización de equipamientos urbanos», *I Congreso AESIGT. Los SIG en la gestión territorial*, pp. 392-409.
- BOSQUE SENDRA, J.; CHUVIECO SALINERO, E., y SANTOS PRECIADO, J. M. (1986): «Algunos problemas metodológicos de las técnicas cuantitativas en Geografía Humana» en Grupo de Métodos Cuantitativos de la AGE, ed. *La Geografía teórica y cuantitativa. Concepto y métodos*, Oviedo, Servicio de Publicaciones de la Universidad, pp. 55-74.
- BOSQUE SENDRA, J., y SALADO GARCÍA, M.^a J. (1993): «Percepción de distancias por la población jubilada de Alcalá de Henares. Una aplicación del método de expansión», *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, núm. 13, Ed. Complutense, pp. 201-223.
- BRIGG, R. (1972): *Cognitive Distance in Urban Space*, Thesis, Ohio State University Press.
- BUNGE, W. (1966): «Theoretical Geography», *Lund Studies in Geography*, serie C, núm. 1, Departamento de Geografía, Universidad de Lund.
- CAPEL, H. (1981): *Filosofía y Ciencia en la Geografía Contemporánea. Una Introducción a la Geografía*, Barcelona, Ed. Barcanova, 509 pp.
- CASTRO AGUIRRE, C. (1985): «Hacia la construcción de una teoría de datos geográficos de proximidad», *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 5, pp. 11-27.
- (1986): «El análisis multivariante en Geografía», en Grupo de métodos cuantitativos de la AGE ed. *Métodos cuantitativos en Geografía: enseñanza, investigación y planeamiento*, Madrid, pp. 5-134.
- CAUVIN, C. (1984a): *Distances chorotaxiques et distances cognitives. La perception des distances en milieu intra urbain: propositions méthodologiques et application à la ville de Strasbourg*, Travaux et Recherches, fascicule 3, UER de Géographie, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 121 pp.
- (1984b): *Une méthode générale de comparaison cartographique: la régression bidimensionnelle*, CNRS Strasbourg, 152 pp.
- COMAS, D., y RUIZ, E. (1993): *Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica*, Barcelona, Ed. Ariel, 295 pp.
- DÍAZ MUÑOZ, M. A. (1991): «Unas notas sobre las posibilidades docentes y aplicaciones de la Geografía del Tiempo», *Serie Geográfica*, núm. 1, Departamento de Geografía de Universidad de Alcalá de Henares, pp. 131-163.
- EASTERFIELD, M. et al. (1991): «Modelling spatial and temporal information», *EGIS'91. Second European Conference on GIS*, Utrecht, pp. 294-303.
- ESCOBAR, F. J. (1991): *L'image de la ville de Bordeaux chez les étudiants*. Mémoire de Maîtrise. Université de Bordeaux (inédito).
- GOODCHILD, M. F. (1991) «Geographic Information Systems», *Progress in Human Geography*, 15, 2, pp. 194-200.

- GOULD, P. (1981) «Letting the data speak for themselves», *Annals of the Association of American Geographers*, 71, 2, pp. 166-176.
- GUTIÉRREZ PUEBLA, J. (1992): *Accesibilidad a los centros de actividad económica en España*, Dirección General de Planificación Interregional de Grandes Infraestructuras, MOPT, 179 pp.
- HÄGERSTRAND, T. (1970): «What about people in Regional Science?», *Papers of the Regional Science Association*, vol. 24, pp. 7-21 (traducido al castellano por G. DÍAZ MUÑOZ en *Serie Geográfica*, núm. 1, Departamento de Geografía de Universidad de Alcalá de Henares, pp. 93-109).
- (1989): «Reflections on "What about people in Regional Science?"», *Papers of the Regional Science Association*, vol. 66, pp. 1-6 (traducido al castellano por G. DÍAZ MUÑOZ en *Serie Geográfica*, núm. 1, Departamento de Geografía de Universidad de Alcalá de Henares, pp. 111-118).
- HAGGETT, P. (1965): *Locational analysis in human geography*, Londres, E. Arnold (traducción al castellano, 1977, Barcelona, Gustavo Gili).
- HARVEY, D. (1969): *Explanation in geography*, Londres, E. Arnold (traducción al castellano, 1983, *Teorías, Leyes y Modelos en Geografía*, Madrid, Alianza).
- KRUSKAL, J. B. (1964): «Multidimensional Scaling by Optimizing Goodness of Fit to a Nonmetric Hypothesis», *Psychometrika*, 29, pp. 1-27.
- LAKE, R. W. (1993): «Planning and applied geography: positivism, ethics, and geographic information systems», *Progress in Human Geography*, 17(3), pp. 404-413.
- LANGRAN, G. (1992): *Time in GIS*, Londres, Taylor & Francis Ltd., 186 pp.
- LENTORP, B. (1982): «On behaviour, Accessibility and Production», *I Social Aspects of Transport*, Transport and Road Research Laboratory, Supplementary Report 689, crowthorne, pp. 105-112 (traducido al castellano por C. F. WARREN, en *Serie Geográfica*, núm. 1, Departamento de Geografía de Universidad de Alcalá de Henares, pp. 119-130).
- MARTIN, D. (1991): *Geographic Information Systems and their socioeconomic applications*, Londres, Routledge, 182 pp.
- MILLER, H. J. (1991): «Modelling accessibility using space-time concepts within GIS's», *International Journal of GIS*, 5(3), pp. 287-301.
- MORENO JIMÉNEZ, A. (1991): «Modelización cartográfica de densidades mediante estimadores Kernel», *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 30, pp. 155-170.
- (1992): «Socio-spatial impact analysis and site selection for controversial public facilities with GIS», *EGIS'92. Third European Conference on GIS*, Munich, pp. 483-491.
- PALACIOS MORERA, M. (1994): «Sistemas de Información Geográfica temporales», *Anales de Geografía de la Universidad Complutense* (en prensa).
- PALM, R., y PRED, A. (1974): «A time-geographic perspective on problems of inequality for women», *Working Paper*, núm. 236, IURD, Universidad de California (traducción en castellano en M. D. GARCÍA RAMÓN, 1985, *Teoría y método en la Geografía humana anglosajona*, Barcelona, Ariel).
- PÉREZ RUY-DÍAZ, J. A. (1992): «El tratamiento de datos temporales en los SIG», *I Congreso AESIGT. Los SIG en la gestión territorial*, pp. 295-304.
- SANCHO COMINS, J.; BOSQUE SENDRA, J., y MORENO SANZ, F. (1993): «La dinámica del paisaje: aplicaciones de un SIG raster al ejemplo de Arganda del Rey en las Vegas de Madrid», *CT. Revista del Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria*, núm. 18, pp. 35-51.

- SAYER, A. (1989) «Dualistic thinking and rethoric in Geography», *Area*, 21, pp. 301-305.
- SHALABY, M. T. (1991): «GIS in behavioral analysis and activity systems», *EGIS'91, Second European Conference on GIS*, Utrecht, pp. 1005-1014.
- TOBIER, W. (1977): *Bidimensional regression: a computer program*, Santa Barbara, 71 pp. (inédito).